

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07192990 A**(43) Date of publication of application: **28.07.95**

(51) Int. Cl. **H01L 21/027**
G02B 27/18
G03F 7/20

(21) Application number: **05333872**(22) Date of filing: **27.12.93**(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**

(72) Inventor: **NAKANISHI YOSHITO**
SATO TAKEO
ONO TAKUHIRO
YAMANAKA KEIICHIRO

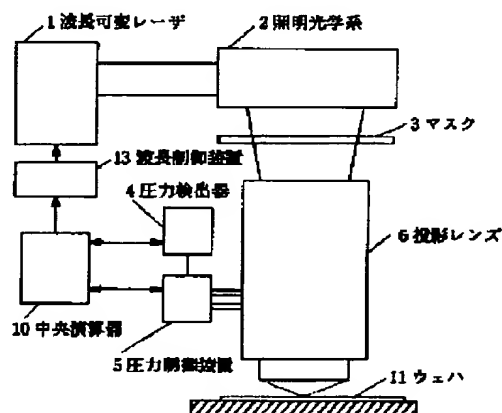
(54) **ALIGNER**

(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain high alignment accuracy of a semiconductor aligner which requires high alignment accuracy by a method wherein a magnification change and a focal-position change caused by the change in surroundings are corrected always and kept constant.

CONSTITUTION: By using control means 5, 13 which change the oscillation wavelength of a laser 1 of an exposure light source and which form a slight difference, with reference to atmospheric pressure, in a pressure inside a projection lens 6, a magnification change and a focus change which are caused due to a change in the surroundings of the projection lens 6 are corrected.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-192990

(43) 公開日 平成7年(1995)7月28日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 2 B 27/18		Z		
G 0 3 F 7/20	5 2 1			
		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	5 1 5 B
		7352-4M		5 1 6 A
			審査請求 未請求 請求項の数4	O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-333872

(22) 出願日 平成5年(1993)12月27日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 中西 淑人

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1

号 松下技研株式会社内

(72) 発明者 佐藤 健夫

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1

号 松下技研株式会社内

(72) 発明者 小野 拓弘

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1

号 松下技研株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小鍛冶 明 (外2名)

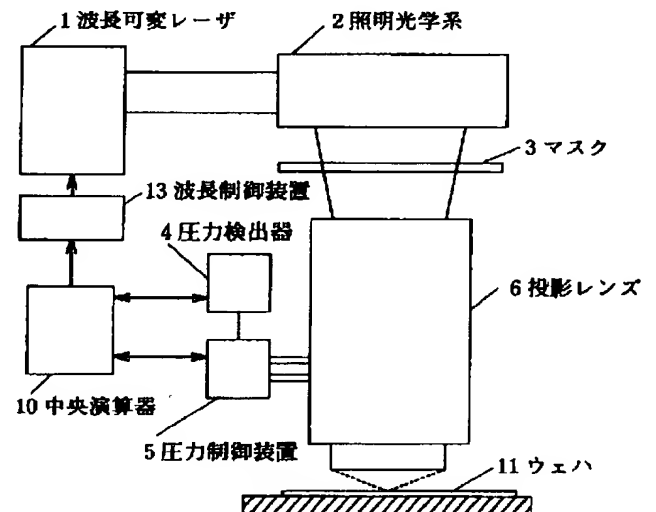
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光装置

(57) 【要約】

【目的】 高い重ね合わせ精度が要求される半導体露光装置に関し、装置使用時の環境変化により生じる倍率変動とフォーカス位置変動を常に補正し一定に保つことで、高い重ね合わせ精度を得ることを目的とする。

【構成】 露光光源であるレーザ1の発振波長を変化させ、投影レンズ6内の圧力を大気圧に対して僅かに差を設ける制御手段5、13を用いることで、投影レンズ6の環境変化で生じる倍率変動とフォーカス変動を補正する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 露光光源である発振波長が可変なレーザ光源と、前記レーザ光源の発振波長を所望の波長に設定する波長制御手段と、前記レーザ光源によりマスクパターンを有するマスクを照明する照明光学系と、前記マスクパターンをウェハ上に結像する投影光学系と、前記投影レンズ内の圧力を所望な圧力に設定する圧力制御手段と、前記投影光学系内外の圧力および／または温度を検出する検出手段と、前記検出手段から得られた結果に基づいて前記投影光学系内の圧力および前記レーザ光源の発振波長の必要変化量を算出する演算手段とを有し、前記必要変化量に応じて前記波長制御手段が前記レーザ光源の発振波長を所望な波長に設定し、前記圧力制御手段が前記投影レンズ内の圧力を所望な圧力に設定する露光装置。

【請求項2】 波長制御手段および圧力制御手段は、使用時の環境変化に起因する投影レンズの結像倍率変動およびフォーカス位置変動を補正するように、前記レーザ光源の発振波長を所望な波長に設定し、投影レンズ内の圧力を所望な圧力に設定する請求項1記載の露光装置。

【請求項3】 圧力制御手段は、投影レンズ内全体の圧力が、実質的に均一であって、投影レンズ外の圧力に対して相対差の少ない圧力であるように設定する請求項1または2記載の露光装置。

【請求項4】 圧力制御手段が、投影レンズ内に気体を一定流量フローさせながら前記投影レンズ内の圧力を所望な圧力に設定する請求項1から3のいずれか記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、レチクル上のパターンを投影光学系を介して、ウェハ上に転写する露光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体は微細化がますます進み、64メガDRAMのLSIでは、線幅0.35μmの設計ルールが望まれており、今後、更にもっと細かいデザインルールがホトリソグラフィ技術に要求されることは必至である。

【0003】更に、重ね合わせ精度は、設計ルールの5分の1から、3分の1程度の高い精度が要求されている。

【0004】一般的に、解像力Rは、投影レンズの開口数N.A.と露光波長λを用いて、以下の(数1)の関係で表される。

【0005】

【数1】

$$R = K_1 \cdot \lambda / (N.A.)$$

【0006】同様に、焦点深度DOFは、以下の(数2)のように表される。

【0007】

【数2】

$$DOF = K_2 \cdot \lambda / (N.A.)^2$$

【0008】(数1)から解像力を向上させるためには、露光波長を短くして、投影レンズの開口数を高くしなければならないが、そうすると逆に(数2)から判るように、焦点深度が短くなる。

【0009】このため、露光波長が短い光源を用いて露光をする際には、ウェハ高さ位置を高精度で検出することはもちろんのこと、投影レンズの合焦位置が変動した場合には影響が大きいので、これを補正する必要がある。

【0010】また、温度、湿度、気圧が変化すれば空気の屈折率が変化して、投影レンズの結像性能、特に焦点位置、結像倍率が変動する。

【0011】このため、高い重ね合わせ精度を得るためには高精度のウェハ位置検出手段を具備することは勿論のこと、環境変化によって生じる投影レンズの結像倍率変動について対策を講じることは必要不可欠な事項である。

【0012】これは、例えば、特開昭62-69617号公報に記載されているように、投影レンズを複数の空気室に分けて、その空気室の圧力を制御して倍率変動とフォーカス変動を制御する方法が知られている(第1の従来例)。

【0013】以下、図2を用いながらこの例について説明する。図2において、101は投影レンズ、102は定圧制御系、103は圧力オフセット設定部、104は露光用光源系、105はウェハステージ、Hは倍率調整用に圧力制御される空気室、Nはフォーカス調整用に圧力制御される空気室、G1からG5は代表的なレンズ素子である。

【0014】この例においては、気圧変動によって発生する倍率変動とフォーカス変動とを補正するため、投影レンズないの密閉された空気室の圧力を制御し屈折率を変化させて、その補正を行う。

【0015】具体的は、倍率調整用の空気室H、フォーカス位置調整用の空気室Nに、それぞれ通常の大気圧の変動範囲を補正するように、P1、P2の圧力がかけられている。

【0016】そして、この時、各レンズ素子にかかる応力が常に一方向になるように、A、Bの空気室には、適当な圧力がかけられる。

【0017】このように、各レンズ素子が常に一定の方向の圧力しか受けないようにされると、圧力の働く方向とは異なる方向に関してレンズを強く保持する必要がなくなるので、レンズに無用な歪を与える可能性が少なく、より安定性が高くなるとしている。

【0018】更に、露光光の波長を変化させて、結像倍率を変化させることも一般的に知られている。

【0019】例えば、特公平5-54687号公報に記載されてるように、投影レンズの諸数値が設計値と異なり、所望の結像倍率が得られない場合、装置製造上の倍率誤差微調整手段として用いる技術が、一般的に知られている（第2の従来例）。

【0020】これは、投影レンズを構成するガラス部材の屈折率が、入射波長により僅かに変化することを利用したものである。

【0021】つまり、波長を僅かに変化させて結像倍率を変化させることで、機械的調整で行うことが非常に困難な、倍率調整を容易にしている。

【0022】

【発明が解決しようとする課題】しかし、以上のような第1の従来例では、投影レンズに4つの空気室を設けているため、圧力制御装置が複雑になる。

【0023】また、体積が一定の各空気室を、大気圧変化に応じて、それぞれ異なる圧力に設定するため、各空気室は定積変化を起こして、空気室の温度が変化する。

【0024】このため、投影レンズ内は光軸方向に温度分布を持つことになる。特に、空気室A、Bの圧力は、日常的に起こり得る大気圧の範囲外の一定値に設定しているため、各空気室の標準気圧との圧力差は大きくなり、温度分布も生じ易く、空気室の境界面のレンズ素子G1等が大きな応力を受けることになる。

【0025】更に、上記補正により各空気室の圧力値が変化され場合、空気室の温度が結果的に変化するのので、投影レンズ温度が定常状態になるまでには、一定の時間を要する。

【0026】標準状態での空気室の温度をT1、圧力を*

大気圧 (mbar)	レンズ内圧力 (mbar)	波長補正量 (pm)	フォーカス残量 (μm)
953	953	47	0.06
1013	1013	0	0
1043	1043	-23	-0.02

【0034】このようにレーザ波長の変化だけで補正した場合、フォーカスを完全に補正することができない。

【0035】64メガDRAMに対応した高NAの投影レンズでは焦点深度が短いため、このフォーカス残留誤差は無視できない。

【0036】本発明は上記課題に鑑み、装置使用時の環境変化により発生する投影光学系の倍率変動およびフォーカス変動を、光源であるレーザの波長を変化させることと、投影光学内に大気圧に対して僅かな差圧を設ける2つの制御手段を用いることで、投影レンズに対して結像倍率変動とフォーカス変動の2つの制御手段を用いることで、投影レンズに対して結像倍率変動とフォーカス変動の2つの変動を同時に補正することを可能にした露光装置を提供することを目的とする。

【0037】

* P1、体積をVとして、気圧変動に補正のため圧力をP2に変化させるとすると、これは定積変化となるため、以下の（数3）が成り立つ。

【0027】

【数3】

$$T2 = P2 / P1 \cdot T1$$

【0028】この（数3）から、基準温度を23℃として、投影レンズ101内圧力が1%変化すれば、空気室温度が0.2℃変化することになり、これは投影レンズの温度分布としては無視できない値となり、結像性能を低下させるものである。

【0029】そして、これを温度調整器で制御しようとする場合、温度分布が一樣でないため、複数の温度制御装置が必要となる。

【0030】以上述べたように、第1の従来例では、各レンズ素子に対する応力の発生と均一な温度分布を得にくいという問題がある。

【0031】更に、露光波長を変化させて倍率を調整する第2の従来例では、装置製造上の倍率微調整手段として使われており、装置使用時の環境変化によって生じる継続的な倍率変動およびフォーカス変動に対しては、具体的には何等考慮されてはいない。

【0032】また、レーザ波長のみを変化させるという補正手段を1つしか持たない場合に、フォーカス残量について具体的に検討をすると以下の（表1）のようになる。

【0033】

【表1】

※【課題を解決するための手段】本発明は、露光光源である発振波長が可変なレーザ光源と、前記レーザ光源の発振波長を所望の波長に設定する波長制御手段と、前記レーザ光源によりマスクパターンを有するマスクを照明する照明光学系と、前記マスクパターンをウェハ上に結像する投影光学系と、前記投影レンズ内の圧力を所望な圧力に設定する圧力制御手段と、前記投影光学系内外の圧力および/または温度を検出する検出手段と、前記検出手段から得られた結果に基づいて前記投影光学系の圧力および前記レーザ光源の発振波長の必要変化量を算出する演算手段とを有し、前記必要変化量に応じて前記波長制御手段が前記レーザ光源の発振波長を所望な波長に設定し、前記圧力制御手段が前記投影レンズ内の圧力を所望な圧力に設定する露光装置である。

※50 【0038】ここで、波長制御手段および圧力制御手段

は、使用時の環境変化に起因する投影レンズの結像倍率変動およびフォーカス位置変動を補正するように、前記レーザ光源の発振波長を所望な波長に設定し、投影レンズ内の圧力を所望な圧力に設定する。

【0039】そして、圧力制御手段は、投影レンズ内全体の圧力が、実質的に均一であって、投影レンズ外の圧力に対して相対差の少ない圧力であるように設定している。

【0040】さらに、圧力制御手段が、投影レンズ内に気体を一定流量フローさせながら前記投影レンズ内の圧力を所望な圧力に設定してもよい。

【0041】

【作用】本発明は、上記構成により、装置使用時の環境変化によって発生する投影光学系の結像倍率変動及びフォーカス変動を補正する。

【0042】

【実施例】以下、図1を参照して本発明の実施例について説明する。

【0043】図1は、本発明の露光装置の構成図である。図1において、1は光源である波長可変なレーザ、2は照明光学系、3はマスク、4は投影レンズ内外の圧力を検出する圧力検知器、5は気体のフローが可能で投影レンズ内の圧力を制御し大気圧に対して任意の圧量差を設けるための圧力制御装置、6は投影レンズ、10は各制御装置を環境に応じて制御する中央演算器、11はウェハ、13はレーザの波長を制御する波長制御装置である。

【0044】以上のような構成において、以下にその動作を説明する。まず、圧力検出器4によって投影レンズ6の内外の圧力を検出し、基準状態からの環境変化量を

【0045】圧力検出器4の出力結果に基づいて、環境変化によって生じる倍率変動、フォーカス変動を補正するために、演算器10でレーザ1の波長と、投影レンズ6内全体の圧力を算出して、その結果を波長制御装置13と、圧力制御装置5に指令する。

【0046】この場合の算出方法について説明する。基準気圧からの気圧変化量を Δp_{re} とすると、投影レンズ6に生じる結像倍率変動 ΔM 、およびフォーカス変動 ΔF は、一般的に、以下の(数4)、(数5)に表され

$$\Delta P = - (k_5 - k_2 \cdot k_4) / (k_6 - k_3 \cdot k_4) \cdot \Delta p_{re}$$

【0059】

$$\Delta \lambda = - (k_5 - k_2 \cdot k_6) / (k_4 - k_1 \cdot k_6) \cdot \Delta p_{re}$$

【0060】このように、基準状態からの環境変化に応じて、 ΔP 、 $\Delta \lambda$ を、(数10)、(数11)から算出して、波長制御装置2、圧力制御装置に指令すればよい。

【0061】気圧が、953、1043mbarのとき ※

＊る。

【0047】

【数4】

$$\Delta M = k_1 \cdot \Delta p_{re}$$

【0048】

【数5】

$$\Delta F = k_2 \cdot \Delta p_{re}$$

【0049】ただし、 k_1 、 k_2 は定数である。また、基準状態からのレーザ1の波長の差分を $\Delta \lambda$ 、投影レンズ6内外の圧力差を ΔP とすると、 $\Delta \lambda$ 、 ΔP は ΔM 、 ΔF に対してそれぞれ独立に作用するため、以下の(数6)、(数7)で表される。

【0050】ここで、投影レンズ内に設ける僅かな圧力差は、投影レンズ6内全体にかけるものとする。

【0051】

【数6】

$$\Delta M = k_3 \cdot \Delta \lambda + k_4 \cdot \Delta P$$

【0052】

【数7】

$$\Delta F = k_5 \cdot \Delta \lambda + k_6 \cdot \Delta P$$

【0053】ただし $k_3 \sim k_6$ は、定数である。いま、基準気圧からの変化量が Δp_{re} のとき、結像倍率変動量 ΔM 、フォーカス変動量 ΔF をそれぞれ補正するために、基準値からレーザ波長を $\Delta \lambda$ 、投影レンズ内の圧力を ΔP 変化させたとすると、 ΔM 、 ΔF は(数4)と(数6)、(数5)と(数7)の各辺の和となり、以下の(数8)、(数9)のように表される。

【0054】

【数8】

$$\Delta M = k_1 \cdot \Delta p_{re} + k_3 \cdot \Delta \lambda + k_4 \cdot \Delta P$$

【0055】

【数9】

$$\Delta F = k_2 \cdot \Delta p_{re} + k_5 \cdot \Delta \lambda + k_6 \cdot \Delta P$$

【0056】よって、結像倍率変動量 ΔM 、フォーカス変動量 ΔF をそれぞれ零にするには、(数8)、(数9)の左辺を零として、 Δp_{re} について解けばよい。

【0057】つまり、 ΔP 、 $\Delta \lambda$ は、以下の(数10)、(数11)となる。

【0058】

【数10】

【数11】

※の倍率変動およびフォーカス変動を零にするための制御圧力補正量 ΔP とレーザ波長補正量 $\Delta \lambda$ は、以下の(表2)のようになる。

【0062】

【表2】

7

8

大気圧 (mbar)	レンズ内圧力 (mbar)	波長補正量 (pm)	フォーカス残量 (μm)
953	952.6	47	0
1013	1013.0	0	0
1043	1043.2	-23	0

【0063】従って、波長制御装置13と圧力制御装置5により、投影レンズ6内の圧力と波長可変レーザ1の出射波長とを組み合わせることで変化させることにより、初めて効果的にフォーカス残量を0（つまり倍率誤差も0）にすることができる。

【0064】この場合、投影レンズ6の内外には、極めて僅かな圧力差しかかからないため、レンズ素子が歪む可能性は極めて少ない。

【0065】また、投影レンズ全体に圧力差をかけるため、特定のレンズ素子が歪みやすくなることもなく、また温度分布も生じない。

【0066】そして、波長制御装置2、および圧力制御装置が、それぞれ波長、圧力を所定の値に設定したあと、実際に露光を行う。

【0067】なお、圧力制御装置2は、投影レンズ6内に気体を一定流量フローさせながら圧力制御を行なっている。

【0068】以上のように、本発明は、装置使用時の環境変化で生じる投影光学系の倍率変動およびフォーカス変動を常に一定に保つことができ、高い重ね合わせ精度を得ることが可能になる。

【0069】なお、上記実施例では、投影レンズ6内外の圧力を検出しているが、温度を検出するようにしてもよいし、圧力と温度の双方を検出するようにしてもよい。

【0070】

【発明の効果】以上のように本発明では、レーザ波長補

* 正および投影レンズ内の圧力補正の2つの制御手段を用いて、装置使用時の環境変化で生じる投影光学系の倍率変動とフォーカス変動の2つの変動を同時に補正することで高い重ね合わせ精度を得ることができる。さらに投影レンズ全体にかかる大気圧との圧力差は僅かであるため、レンズ素子が歪みやすくなることはない。差圧は投影レンズ全体にかかるため、当然特定のレンズ素子が歪むことなく、さらに投影レンズ内で温度分布が生じることはない。

【図面の簡単な説明】

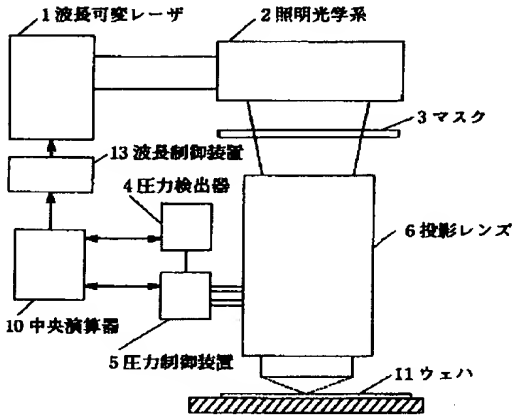
【図1】本発明の一実施例における露光装置の構成図

【図2】従来の露光装置の構成図

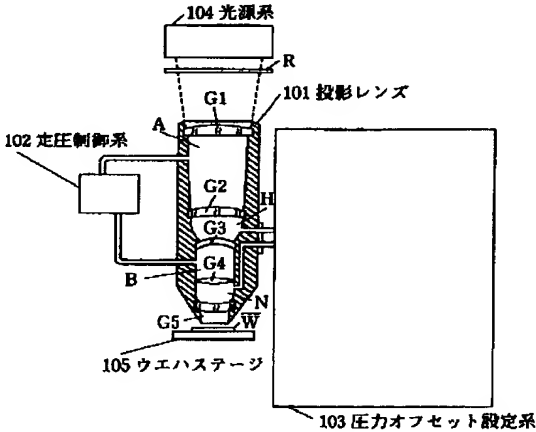
【符号の説明】

- 1 レーザ
- 2 照明光学系
- 3 マスク
- 4 検出器
- 5 圧力制御装置
- 6 投影レンズ
- 10 演算器
- 11 ウエハ
- 13 波長制御装置
- 101 投影レンズ
- 102 定圧制御系
- 103 圧力オフセット設定系
- 104 光源系
- 105 ウエハステージ

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 山中 圭一郎
神奈川県川崎市多摩区東三田 3 丁目 10 番 1
号 松下技研株式会社内